

ATTORNEY DOCKET NO.: 71186

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : LEONHARDT et al.  
Serial No :  
Confirm No :  
Filed :  
For : ELECTRODE BELT  
Art Unit :  
Examiner :  
Dated : January 27, 2004

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

PRIORITY DOCUMENT

In connection with the above-identified patent application, Applicant herewith submits a certified copy of the corresponding basic application filed in

Germany

Number: 103 15 863.4

Filed: 8/April/2003

the right of priority of which is claimed.

Respectfully submitted  
for Applicant(s),

By:



John James McGlew

Reg. No.: 31,903

McGЛЕW AND TUTTLE, P.C.

JJM:tf

Enclosure: - Priority Document  
71186.5

DATED: January 27, 2004  
SCARBOROUGH STATION  
SCARBOROUGH, NEW YORK 10510-0827  
(914) 941-5600

NOTE: IF THERE IS ANY FEE DUE AT THIS TIME, PLEASE CHARGE IT TO OUR DEPOSIT ACCOUNT NO. 13-0410 AND ADVISE.

I HEREBY CERTIFY THAT THIS CORRESPONDENCE IS BEING DEPOSITED WITH THE UNITED STATES POSTAL SERVICE AS EXPRESS MAIL, REGISTRATION NO. EV323629305US IN AN ENVELOPE ADDRESSED TO: COMMISSIONER FOR PATENTS, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA 22313-1450, ON January 27, 2004

McGLEW AND TUTTLE, P.C., SCARBOROUGH STATION,  
SCARBOROUGH, NEW YORK 10510-0827

By: Veronica Forte Date: January 27, 2004

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 15 863.4

Anmeldetag: 08. April 2003

Anmelder/Inhaber: Dräger Medical AG & Co KGaA,  
Lübeck/DE

Bezeichnung: Elektrodengürtel

IPC: A 61 B 5/053

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 02. Mai 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Hobinger

## Beschreibung

Dräger Medical AG & Co. KGaA, 23542 Lübeck

5

### Elektrodengürtel

Die Erfindung betrifft einen Elektrodengürtel für die Elektroimpedanz-Tomographie.

10

Die Elektroimpedanztomographie (EIT) ist ein Verfahren, bei dem ein geringer elektrischer Wechselstrom in den menschlichen Körper eingespeist wird, um die Oberflächenpotentiale an verschiedenen Stellen des Körpers zu messen. Durch Rotation der Strom-Einspeiseorte um den Körper herum bei gleichzeitiger

15 Messung der Oberflächenpotentiale lässt sich über geeignete mathematische Rekonstruktions-Algorithmen ein zweidimensionales Schnittbild der elektrischen Impedanzverteilung im betrachteten Körper ermitteln. In der Medizin ist ein Schnittbild der Impedanzverteilung des menschlichen Körpers deswegen von Interesse, da sich die elektrische Impedanz sowohl mit dem Gehalt an Luft als  
20 auch mit dem Gehalt an extrazellulärer Flüssigkeit im Gewebe verändert. Es lassen sich so die Ventilation der Lunge als auch die Blut- und Serumverschiebung regional aufgelöst darstellen und überwachen.

Um die Messung durchführen zu können, müssen die Elektroden einfach am  
25 Körper des Probanden anbringbar sein. Dabei ist es bekannt, die Elektroden an einem um den Körper des Probanden legbaren Gürtel anzubringen.

Ein derartiger Gürtel, im Folgenden mit Elektrodengürtel bezeichnet, ist aus der EP 1 000 580 A1 bekannt geworden. Ein Elektrodenträger mit typischerweise 16  
30 Elektroden ist so an einem Probanden angebracht, dass er den Körperumfang vollständig umschließt. Der Elektrodengürtel ist über eine Zuleitung mit einer Auswerteeinheit verbunden, in der das Schnittbild für den untersuchten Körperquerschnitt berechnet wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Elektrodengürtel anzugeben, der  
5 einfach aufgebaut ist und eine gute Kontaktierung der Elektroden an dem Körper  
des zu untersuchenden Probanden ermöglicht.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

- 10 Der Vorteil der Erfindung besteht im Wesentlichen darin, dass der Elektrodengürtel zumindestens stückweise oder auch vollständig aus elastischem Material besteht und sich dadurch besonders gut an unterschiedliche Körperumfänge anpasst. Als elastische Materialien eignen sich Elastomere oder auch elastische Gewebe, wie sie von Verbänden bekannt sind. Durch die Elastizität des  
15 Gürtelmaterials liegt der Elektrodengürtel unter einer gewissen Vorspannung am Oberkörper des Probanden an, wodurch eine radiale Kraftkomponente als Anpresskraft auf die Elektroden wirkt. Das elastische Gürtelmaterial ermöglicht auch eine gute Anpassung an die Atembewegungen des Probanden. Vorteilhaft ist weiter, dass die Elektrodenzuleitungen in das Gürtelmaterial integriert sind, so  
20 dass diese an einem zentralen Punkt zusammengeführt werden können, um die Verbindung mit einer externen Zuleitung herzustellen.

Für den Fall, dass der Elektrodengürtel aus einem Elastomer besteht, können die Elektrodenzuleitungen in das Elastomermaterial einvulkanisiert sein. Bei dem elastischen Gewebe sind die Elektrodenzuleitungen in das Gewebematerial eingewebt.  
25

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

- 30 Eine vorteilhafte Ausgestaltung besteht darin, dass zwei benachbarte Elektroden im Bereich von Körpereinbuchtungen, zum Beispiel im Brustbereich oder im Bereich der Wirbelsäule, als Hinterlegung Formelemente aufweisen, durch die ein

ausreichender Anpressdruck für die dort befindlichen Elektroden erreicht wird.

Die Formelemente können dabei in den Gürtel integrierte Strukturen aus

- 5      elasticsem Material sein, die der Form der konkaven Einbuchtungen des Körpers nachempfunden sind und sich damit besonders gut der Körperkontur anpassen. Es ist auch möglich, die Formelemente außen am Gürtelmaterial im Bereich der benachbarten Elektroden zu befestigen, so dass die Elektroden beim liegenden Probanden durch die Formelemente angedrückt werden. Die Kontaktflächen der  
10     Elektroden sind dabei so ausgebildet, beispielsweise in Form einer konvexen Struktur, dass der Anpressdruck nicht zu lokalen Hautschädigungen in Folge hoher punktueller Krafteinwirkung führt.

In zweckmäßiger Weise sind die Elektroden in gleichen Abständen zueinander

- 15    angeordnet. In einer bevorzugten Ausführungsform sind 16 oder 32 Elektroden vorhanden, wobei separat vom Elektrodengürtel noch eine Referenzelektrode vorgesehen sein kann, die in einem vorbestimmten Abstand von den übrigen Elektroden entfernt an dem Körper des Probanden befestigt wird.

- 20    Durch die zumindestens stückweise äquidistante Elektrodenverteilung wird bei bestimmten Bildrekonstruktions-Algorithmen die Bildqualität der Schnittbilder deutlich verbessert.

- 25    In vorteilhafter Weise besteht das Gürtelmaterial aus Silikon, so dass durch das Material eine gute Eigenelastizität beziehungsweise Dehnbarkeit gegeben ist. Silikon ist zudem unempfindlich gegen die üblicherweise verwendeten Reinigungs- und Desinfektionsmittel, so dass der Elektrodengürtel eine besonders lange Lebensdauer hat.

- 30    In einer bevorzugten Ausführungsform besteht der Elektrodengürtel aus einzelnen Gürtelsegmenten, die über Gürtelverschlüsse miteinander verbunden sind. Die Gürtelsegmente sind dabei derart ausgeführt, dass sie eine gleiche Anzahl von Elektroden aufweisen. Bei insgesamt 16 Elektroden und zwei Gürtelsegmenten ergeben sich 8 Elektroden pro Segment.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform besteht der Elektrodengürtel aus vier Gürtelsegmenten mit jeweils vier Elektroden pro Segment. Die Aufteilung des

- 5 Elektrodengürtels in einzelne Gürtelsegmente hat den Vorteil, dass pro Gürtelsegment die Anzahl der parallel zu führenden Elektrodenzuleitungen reduziert wird.

- Die Gürtelverschlüsse dienen zur mechanischen Verbindung der einzelnen  
10 Gürtelsegmente. Sie können aber neben der mechanischen Verbindung auch einen elektrischen Kontakt zum benachbarten Gürtelsegment herstellen.

- Die Zuleitung, die die Elektrodenzuleitungen des Elektrodengürtels mit einer Auswerteeinheit verbindet, kann auf unterschiedliche Weise mit dem Elektrodengürtel verbunden sein. Für den Fall, dass der Elektrodengürtel aus  
15 einzelnen Gürtelsegmenten mit den dazugehörigen Gürtelverschlüssen besteht, können einzelne Zuleitungen direkt zu den Gürtelverschlüssen führen. Es ist aber auch möglich, mechanische und elektrische Verbindung zu trennen, indem Elektrodenzuleitungen eines Gürtelsegmentes in Richtung zur Mitte des Gürtelsegmentes verlegt und dort mit der Zuleitung verbunden werden.

- 20 Enthält das Gürtelsegment acht Elektroden, und wird die Einspeisung in der Mitte des Gürtelsegmentes durchgeführt, so müssen, von der Einspeisestelle ausgehend, jeweils vier Elektroden kontaktiert werden.

- Der Vorteil eines in Gürtelsegmente mit zugehörigen Gürtelverschlüssen auf-  
25 geteilten Elektrodengürtels besteht darin, dass sich diese Bauform bei einem liegenden, bewusstlosen Patienten leicht und schnell montieren lässt. Es genügt hierbei, den Probanden auf eine Seite zu drehen, dann auf der anderen Probandenseite unterhalb des Arms zwei mit einem Gürtelverschluss verbundene Gürtelsegmente um die Brust und den Rücken herunterhängend anzulegen.

- 30 Danach wird der Proband zurück auf den Rücken gedreht und die Gürtelsegmente werden mit einem zweiten Gürtelverschluss verbunden. Durch Aufteilung des Elektrodengürtels in einzelne Gürtelsegmente kann der Elektrodengürtel im Notfall, zum Beispiel bei bevorstehender Defibrillation, auch schnell geöffnet

werden. So lässt sich beispielsweise durch Öffnen eines Gürtelverschlusses das obere Gürtelsegment leicht entfernen, während das darunterliegende

5 Gürtelsegment unter dem Probanden verbleibt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthalten die Formelemente Hohlräume, die luftdicht gegen die Umgebung verschlossen sind und mit einem Medium, zum Beispiel Luft, einer Flüssigkeit oder einem Gel gefüllt sind. Diese  
10 Ausführungsform besitzt den Vorteil, dass durch die gefüllten Hohlräume die Gewichtskraft des aufliegenden Körpers gleichmäßiger verteilt und ein gleichmäßiger Anpressdruck der verschiedenen Elektroden erreicht wird. Bei Gasbefüllung entsteht durch die Kompressibilität des Gases eine zusätzliche Federwirkung, die die Elektroden besser an den Körper andrückt.

15

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthalten die Formelemente stabilisierende Einlagen größerer Härte, zum Beispiel Metalleinlagen, wie vorgeformte Messing- oder Aluminiumbleche. Diese Einlagen sind in den Elektrodenträger integriert und eingegossen. Es werden hierdurch die Form-  
20 elemente mechanisch stabilisiert, andererseits können die Einlagen bei entsprechender Konstruktion als Federelemente wirken, zum Beispiel als eine Blattfeder, und damit Kräfte aufnehmen beziehungsweise die Elektroden zusätzlich anpressen. Es ist auch möglich, die Metalleinlagen so vorzu-formen, dass sie sich besonders gut an die Körpereinbuchtungen im Brust- und  
25 Rückbereich anpassen.

In vorteilhafter Weise besteht der Elektrodengürtel aus mindestens drei parallel verlaufenden, abschnittsweise über Querstreben verbundenen Strängen, wobei die Elektroden direkt an den Querstreben angebracht sind. Einer der Stränge ist  
30 dabei von innen hohl und zur Aufnahme der Elektrodenzuleitungen ausgebildet. Sofern im Bereich der Querstreben die unterhalb der Elektroden befindlichen Formelemente als Hohlräume ausgebildet sind, lassen sich diese über den hohlen Strang unter Druck setzen, wobei sich eine Membran, die sich an der

Oberseite der Hohlräume befindet, zusammen mit den Elektroden nach außen verwölbt, um den notwendigen Anpressdruck am Körper des Probanden zu erzeugen. Der Druck kann dabei automatisch mit einem Druckregler oder von Hand mit einem Balg erzeugt werden.

In vorteilhafter Weise sind die Elektrodenzuleitungen innerhalb des hohlen Stranges zickzackförmig oder mäanderförmig gefaltet, um Dehnungen des Elektrodenmaterials zu kompensieren. Die Elektrodenzuleitungen können innerhalb des hohlen Stranges auch mit einem Elastomer vergossen sein.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung eines aus drei parallel verlaufenden Strängen bestehenden Elektrodengürtels besteht darin, das Formelement als ein Gelkissen auszuführen, welches zwischen die beiden äußeren Stränge und den in der Mitte liegenden Strang eingeklemmt wird. Bei angelegtem Elektrodengürtel wird das Gelkissen durch die beiden äußeren Stränge gegen den mittleren Strang gedrückt wodurch die Elektrodenkontaktierung verbessert wird. Die Elektroden befinden sich hier am mittleren Strang. Ein Gelkissen ist besonders beim liegenden Patienten am Rücken geeignet, da es sich gut an die Körperoberfläche anpasst und Druckstellen vermeidet.

In vorteilhafter Weise besitzt der Elektrodengürtel eine Codierungseinrichtung, welche dazu ausgebildet ist, ein Freigabesignal für die über die Zuleitung übertragenen Signale zu erzeugen. Die Codierungseinrichtung kann als eine Steckverbindung an der Zuleitung, ein Magnetstreifen, ein Barcodestreifen oder ein Transponder ausgeführt sein. Für den Fall, dass die Codierungseinrichtung als eine Steckverbindung ausgeführt ist, wird das Freigabesignal beim Zusammenstecken erzeugt. Hierzu können einzelne Kontakte an der Einspeisestelle des Elektrodengürtels durch Drahtbrücken derart miteinander verbunden sein, dass beim Zusammenstecken mit der Zuleitung eine bestimmte Codierung von der Auswerteeinheit erkannt wird. Bei einem Magnetstreifen, einem Barcode oder einem Transponder enthält die Auswerteeinheit ein Lesegerät, mit dem der Code erfasst und ausgewertet werden kann. Es besteht auch die

Möglichkeit, in den Elektrodengürtel ein EEPROM oder eine digitale oder analoge  
5 Elektronik zu integrieren. Durch Auswertung der Codierung lässt sich erkennen,

ob der richtige Elektrodengürtel an den Probanden angelegt worden ist und ob  
eine Kompatibilität zu der Auswerteeinheit vorliegt. Die Codierung kann in  
zweckmäßiger Weise Herstelldaten, Anzahl der Elektroden, Gürteltyp und  
Gürtelgröße enthalten.

10

In vorteilhafter Weise ist die Zuleitung zur drahtlosen Kommunikation zwischen  
dem Elektrodengürtel und der Auswerteeinheit ausgebildet. Hierzu befindet sich  
ein Sender oder ein Sende-Empfänger in der Nähe des Elektrodengürtels oder  
sind integraler Bestandteil des Elektrodengürtels und ein korrespondierend dazu

15 ausgebildeter Empfänger oder Sende-Empfänger ist an der Auswerteeinheit  
vorgesehen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Figur gezeigt und im Folgenden  
näher erläutert.

20

Es zeigen:

Figur 1

einen Elektrodengürtel mit einer  
Auswerteeinheit,

25

Figur 2

den Elektrodengürtel nach der Figur 1  
mit zwei symmetrisch angebrachten  
Zuleitungen,

30 Figur 3

einen Elektrodengürtel mit zwei  
Gürtelverschlüssen und symme-  
trischem Anschluss der Zulei-  
tungen im Bereich der Gürtel-  
verschlüsse,

Figur 4

den Elektrodengürtel nach der Figur 2 mit einem zweiten Gürtelverschluss,

5

Figur 5

einen Elektrodengürtel mit vorgewölbten Elektroden im Bereich einer Körpereinsenkung,

10

Figur 6

einen Elektrodengürtel mit Formelementen an zwei benachbart angeordneten Elektroden,

15 Figur 7

eine Aufsicht auf einen Elektrodengürtel mit zwei Gürtelsegmenten,

20

Figur 8

den Ausschnitt „E“ aus der Figur 7 mit einem Gürtelverschluss,

Figur 9

eine Schnittdarstellung längs der Schnittlinie A - A, entsprechend der Figur 8,

25 Figur 10

ausschnittsweise einen Elektrodengürtel mit drei Strängen in perspektivischer Ansicht,

Figur 11

eine Aufsicht auf den Elektrodengürtel nach der Figur 10,

30

Figur 12

eine Schnittdarstellung längs der Schnittlinie B - B des Elektrodengürtels nach der Figur 11,

Figur 13

Beispiele für gefaltete Elektrodenzuleitungen,

5

Figur 14

eine Aufsicht auf ein Gürtelsegment eines Elektrodengürtels,

Figur 15

10

eine Seitenansicht des Gürtelsegments nach der Figur 14 in Blickrichtung C,

Figur 16

15

eine alternative Ausführungsform des Elektrodengürtels nach der Figur 11 mit einem Gelkissen,

Figur 17

eine Seitenansicht des Elektrodengürtels nach der Figur 16,

20 Figur 18

einen Elektrodengürtel und eine Auswerteeinheit mit drahtloser Kommunikation.

Figur 1 zeigt schematisch einen Elektrodengürtel 1 für die Elektroimpedanz  
25 Tomographie mit sechzehn Elektroden 2 an einem elastischen Elektroenträger 3 aus Silikon. Der besseren Übersicht wegen sind die sechzehn Elektroden 2 mit den Ziffern 1 - 16 gekennzeichnet. Innerhalb des Elektroenträgers 3 verlaufen in der Figur 1 nicht näher dargestellte Elektrodenzuleitungen, die an einer Einspeisestelle 4, an der sich ein Gürtelverschluss 5 befindet, mit einer Zuleitung 6 verbunden ist. Über einen Verbindungsstecker 7 mit einem Verbindungskabel 8 und einem Gerätestecker 9 wird die Zuleitung 6 an eine Auswerteeinheit 10 angeschlossen, in welcher alle für die Impedanztomographie erforderlichen

Berechnungen durchgeführt werden. Der Elektrodengürtel 1 wird um den Oberkörper eines in der Figur 1 nicht näher dargestellten Probanden gelegt, wobei  
5 der Elektrodengürtel 1 an dem Gürtelverschluss 5 geöffnet werden kann. Der Gürtelverschluss 5 stellt dabei sowohl eine mechanische als auch eine elektrische Verbindung her, da in der Zuleitung 6, vom Gürtelverschluss 5 ausgehend, jeweils 8 durch Pfeile 11, 12 veranschaulichte Elektrodenzuleitungen zu den Elektroden 2 verlaufen. Die Elektroden 2 sind im gleichen Abstand  $d$  zueinander angeordnet.  
10 Oberhalb des Elektrodengürtels 1 befindet sich eine Referenzelektrode 13, die im Abstand  $D$ , bezogen auf den Elektrodengürtel 1, ebenfalls am Körper des Probanden befestigt ist.



Figur 2 zeigt eine alternative Ausführungsform eines Elektrodengürtels 101, der gegenüber dem Elektrodengürtel 1 nach der Figur 1, zwei Zuleitungen 61, 62 besitzt, die separat von einem Gürtelverschluss 51 mit einem Elektroenträger 31 verbunden sind. Von den Einspeisestellen 41, 42 der Zuleitungen 61, 62 ausgehend, verlaufen maximal vier Elektrodenzuleitungen längs der Pfeile 14, 15 zu den Elektroden 2. Gleiche Komponenten sind mit gleichen Bezugsziffern der  
20 Figur 1 versehen.



Bei dem Elektrodengürtel 102 nach der Figur 3 sind, gegenüber der Ausführungsform nach der Figur 2, die Zuleitungen 61, 62 mit jeweils einem Gürtelverschluss 52, 53 verbunden. Der Elektrodengürtel 102 besteht aufgrund der zwei Gürtelverschlüsse 52, 53 aus einem ersten Gürtelsegment 33 und einem zweiten Gürtelsegment 34 mit einer jeweils gleich großen Anzahl von Elektroden 2.

Der Elektrodengürtel 103 nach der Figur 4 unterscheidet sich von dem Elektrodengürtel 101 nach der Figur 2 durch einen zusätzlichen Gürtelverschluss 54, durch  
30 den zwei Gürtelsegmente 35, 36 mit gleicher Anzahl von Elektroden 2 gebildet sind.

Figur 5 zeigt schematisch einen an der Sternalmulde 70 eines Probanden 71 anliegenden Elektrodengürtel 104. Zur Überdeckung der Sternalmulde 70 sind als 5 Formelemente zwei benachbart angeordnete, vorgewölbte Elektroden 21, 22 vorgesehen, die beim Anlegen des Elektrodengurtes 104 zu einer radialen Kraftkomponente führen.

Figur 6 veranschaulicht die Überdeckung der Spinalmulde 72 des Probanden 71 mit einem Elektrodengürtel 105, bei dem in den Gürtel 105 einge- 10 arbeitete Formelemente in Form von wulstförmigen Vorsprüngen 73, 74 als Hinterlegung für die Elektroden 2 dienen.

Figur 7 zeigt eine Aufsicht auf den Elektrodengürtel 103 nach der Figur 4 mit den 15 Gürtelsegmenten 35, 36 und den Gürtelverschlüssen 51, 54. Die Zuleitungen 61, 62 führen direkt zu den Elektrodenzuleitungen 63, die, von den Einspeisestellen 41, 42 ausgehend, direkt zu den Elektroden 2 verlaufen.

In der Figur 8 ist der Ausschnitt E des Elektrodengürtels 103 nach der Figur 7 mit 20 dem Gürtelverschluss 51 vergrößert dargestellt. Der Gürtelverschluss 51 besteht aus zwei gegeneinander verschiebbaren Laschen 55, 56; wobei eine erste Lasche 55 zwei sich verjüngende Langlöcher 57 besitzt und eine zweite Lasche 56 Nieten 58 aufweist. Die Nieten 58 sind vom Durchmesser derart bemessen sind, dass sie 25 an derjenigen Stelle in die Langlöcher einführbar sind, wo diese den größten Innendurchmesser besitzen.

Figur 9 zeigt eine Schnittdarstellung des Elektrodengürtels 103 im Bereich des Gürtelverschlusses 51 längs der Schnittlinie A - A.

30 Figur 10 veranschaulicht in perspektivischer Ansicht einen Elektrodengürtel 106, der aus drei parallel verlaufenden Strängen 75, 76, 77 besteht, die abschnittsweise über Querstreben 78 miteinander verbunden sind. Die Elektroden 2 befinden sich dabei mittig auf den Querstreben 78. Die beiden äußeren Stränge

75, 77 sind aus elastischem Vollmaterial gefertigt, während der mittlere Strang 76 zwar auch elastisch, aber innen hohl ist, so dass er Elektrodenzuleitungen 63 aufnehmen kann. Die Dehnrichtung des Elektrodengürtels 106 ist durch den Doppelpfeil 16 veranschaulicht.

Figur 11 zeigt eine Aufsicht auf den Elektrodengürtel 106 mit neben-einander liegenden Querstrebren 78, die im gleichen Abstand zueinander angeordnet sind.

Figur 12 veranschaulicht eine Schnittdarstellung des Elektrodengürtels 106 nach der Figur 11 längs einer Schnittlinie B - B. Die Elektrode 2 ist hier auf einer elastischen Membran 79 befestigt, die einen Hohlraum 80 abschließt. Die einzelnen Hohlräume 80 können zentral über den mittleren Strang 76 unter Druck gesetzt werden, wobei sich die Membranen 79 nach außen verwölben. Durch Veränderung des Druckes lässt sich der Anpressdruck der Elektroden 2 auf den Körper des Probanden beeinflussen.

Zur Zugentlastung der Elektrodenzuleitungen 63 sind diese innerhalb des mittleren Stranges 76 dreiecksförmig, schlaufenförmig oder mäanderförmig gefaltet, wie der Figur 13 zu entnehmen ist.

Figur 14 zeigt einen Elektrodengürtel 107, der aus zwei identisch aufgebauten Gürtelsegmenten 37 mit jeweils acht Elektroden 2 besteht. In der Figur 14 ist der besseren Übersicht wegen nur ein Gürtelsegment 37 dargestellt.

Das Gürtelsegment 37 hat zwei äußere Stränge 86; 87, die aus elastischem Vollmaterial bestehen und einem mittleren, hohlen Strang 88, der zur Aufnahme der Elektrodenzuleitungen 63 dient. An den Enden des Gürtelsegmentes 37 befinden sich Stecklaschen 89, 90 als Einspeisestellen, die jeweils vier Steckanschlüsse 91, 92 zur Kontaktierung von vier Elektroden 2 aufweisen. Innerhalb des hohlen Stranges 88 müssen somit nur maximal vier Elektrodenzuleitungen 63 parallel geführt werden.

- 5 Zwei Stecker 93, 94 mit Zuleitungen 64, 65 für die Elektroden 2 des Gürtelsegmentes 37 besitzen zwei parallel liegende Reihen mit Kontaktstiften 95, 96, die mit den Steckanschlüssen 91, 92 verbunden werden können. Mit den Kontaktstiften 95, 96 und den Steckanschlüssen 91, 92 wird das Gürtelsegment 37 sowohl mechanisch als auch elektrisch mit den Steckern 93, 94 verbunden. Ein zweites, in der Figur 14 nicht dargestelltes Gürtelsegment 37 wird an die beiden freien Kontaktstifte 95, 96 der Stecker 93, 94 angeschlossen. Mit zwei Gürtelsegmenten 37 und den Steckern 93, 94 ergibt sich der vollständige Elektrodengürtel 107. Die Stecker 93, 94 in Kombination mit Stecklaschen 89, 90 bilden die Gütelverschlüsse 59, 60 des Elektrodengürtels 107.

15

- Figur 15 veranschaulicht eine Seitenansicht des Elektrodengürtels 107 in Blickrichtung C nach der Figur 14. Gleiche Komponenten sind mit gleichen Bezugsziffern der Figur 14 versehen. Die Elektroden 2 sind in gleichen Abständen zueinander auf dem Gürtelsegment 37 angeordnet. Die Elektroden 2 im Bereich der Gütelmitte besitzen als Hinterlegung Formelemente 97, 98, um im Thorax- oder Rückenbereich eine gute Kontaktierung zu erreichen.

In der Figur 16 ist eine alternative Ausführungsform des Elektrodengürtels 106 nach der Figur 11 dargestellt.

- 25 Die benachbart liegenden Elektroden 2 besitzen als Formelement ein Gelkissen 99, welches zwischen den äußeren Strängen 75, 77 und dem mittleren Strang 76 eingeklemmt ist. Figur 16 zeigt eine Aufsicht auf den Elektrodengürtel 106, bei der die Elektroden 2 verdeckt sind.
- 30 Figur 17 veranschaulicht eine Seitenansicht des Elektrodengürtels 106 nach der Figur 16, welcher an der Sternalmulde 70 eines Probanden 71 anliegt. Durch die äußeren Stränge 75, 77 wird bei angelegtem Elektrodengürtel 106 über das Gelkissen 99 eine radiale Kraft auf den mittleren Strang 76 ausgeübt, wodurch die Elektroden 2 an die Sternalmulde 70 angedrückt werden.

Figur 18 zeigt das Konzept einer drahtlosen Anbindung eines Elektrodengürtels 1 an eine Auswerteeinheit 10. Bei dieser Ausführungsform wird eine Analog- und Digitalelektronik 82 zusammen mit einem Sende-Empfänger 83 in einem probanden nahen Gehäuse 84 untergebracht. Die innerhalb des Gehäuses 84 untergebrachten Elektronikkomponenten werden durch eine eigene Stromversorgung mit elektrischer Energie versorgt. Bevorzugt wird die Analog- und Digitalelektronik 82 mit niedrigem Energieverbrauch konzipiert, wodurch sich als Energieversorgung Akkumulatoren oder Batterien einsetzen lassen. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform werden zwei Akkumulatorensätze eingesetzt, die durch einen geeigneten mechanischen oder mechanisch-elektrischen Wechselschluss einzeln entfernt und in einer externen Ladestation wieder aufgeladen werden können. Auf diese Weise muss der Messbetrieb beim Wechsel des Akkumulators nicht unterbrochen werden. Vor der Auswerteeinheit 10 befindet sich ebenfalls ein Sende-Empfänger 85, der die Messsignale des Elektrodengürtels 1 aufnimmt. Die drahtlose Kommunikation erfolgt dabei über eine Infrarot-Übertragungsstrecke oder über eine Funkstrecke mit niedriger Leistung. Durch die drahtlose Anbindung des Elektrodengürtels 1 an die Auswerteeinheit 10 lässt sich die Auswerteeinheit 10 ortsunabhängig vom Probanden-Interface platzieren, und es werden lange Kabelverbindungen, die zudem auch störanfällig sind, vermieden. Der Elektrodengürtel 1 besitzt außerdem eine Codiereinrichtung 81 in Form eines EEPROMS, die beim Anschluss der Zuleitung 6 aktiviert wird. Es lässt sich so erkennen, ob der richtige Elektrodengürtel 1 an die Auswerteeinheit 10 angeschlossen ist.

## Patentansprüche

1. Elektrodengürtel für die Elektroimpedanz-Tomographie mit

5 mindestens 16 Elektroden (2) auf einem zumindestens stückweise elastischen Gürtelmaterial, welches einen zu messenden Probanden (71) am Körperumfang vollständig umschließt und mit

10 längs des Gürtelmaterials verlaufenden Elektrodenzuleitungen (63), die an zumindestens einer Einspeisestelle (4, 41, 42, 89, 90) mit einer Zuleitung (6, 61, 62, 64, 65) verbunden sind.

2. Elektrodengürtel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

15 Formelemente (21, 22, 73, 74, 97, 98) als Hinterlegung für zumindestens zwei benachbarte Elektroden (2) zur Überdeckung einer Sternal- beziehungsweise Spinalmulde am Probanden vorgesehen sind.

3. Elektrodengürtel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden (2) in gleichen Abständen auf dem Gürtelmaterial angeordnet sind.

20 4. Elektrodengürtel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Gürtelmaterial Silikon vorgesehen ist.

5. Elektrodengürtel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, 25 dass die Elektroden (2) auf einzelnen Gürtelsegmenten (33, 34, 35, 36, 37) angeordnet sind.

30 6. Elektrodengürtel nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden (2) innerhalb der Gürtelsegmente (33, 34, 35, 36, 37) in gleichen Abständen zueinander angeordnet sind.

7. Elektrodengürtel nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen zwei benachbarten Elektroden (2) ein Gürtelverschluss (5, 51, 52, 53, 54, 59, 60) vorgesehen ist.

8. Elektrodengürtel nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Gürtelsegmente (33, 34, 35, 36, 37) mit Gürtelverschlüssen (51, 52, 53, 54, 59, 60) versehen ist.

5

9. Elektrodengürtel nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass an den Gürtelverschlüssen (5, 52, 53, 59, 60) Einspeisestellen (4, 41, 42) für elektrische Leitungen vorgesehen sind.

10 10. Elektrodengürtel nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass symmetrisch zueinander angeordnete Einspeisestellen (41, 42) vorhanden sind, durch welche das Gürtelmaterial in zwei in etwa gleich große Abschnitte unterteilt ist.

15 11. Elektrodengürtel nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Formelemente als vorgewölbte Elektroden (21, 22) ausgeführt sind.

20 12. Elektrodengürtel nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Formelemente wulstförmige Vorsprünge (73, 74) sind.

25 13. Elektrodengürtel nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Formelemente aus mit einem Medium auffüllbaren Hohlräumen (80) bestehen, die mit einer elastischen Membran (79) verschlossen sind.

30 14. Elektrodengürtel nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass als Medium Flüssigkeiten, Gele oder Gase vorgesehen sind.

15. Elektrodengürtel nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Gürtelmaterial aus mindestens drei parallel verlaufenden, abschnittsweise über Querstreben (78, 708) verbundenen Strängen (75, 76, 77, 86, 87, 88) besteht.

16. Elektrodengürtel nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden (2) im Bereich der Querstreben (78, 708) angebracht sind.
- 5 17. Elektrodengürtel nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass ein Strang (76, 88) hohl und zur Aufnahme der Elektrodenzuleitungen (63) ausgebildet ist.
- 10 18. Elektrodengürtel nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrodenzuleitungen (63) dreiecksförmig, mäanderförmig oder schlaufenförmig gefaltet sind.
- 15 19. Elektrodengürtel nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, als Formelement ein zwischen äußeren Strängen (75, 77) und einem mittleren Strang (76) befindliches Gelkissen (99) vorgesehen ist.
- 20 20. Elektrodengürtel nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektrodengürtel eine Codierungseinrichtung (81) aufweist.
- 20 21. Elektrodengürtel nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Codierungseinrichtung (81) als eine Steckverbindung an der Zuleitung (6), ein Magnetstreifen, ein Barcode-Streifen, ein EEPROM, ein Transponder oder eine digitale- / analoge Elektronik ausgeführt ist.
- 25 22. Elektrodengürtel nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (82, 83, 85) zur drahtlosen Kommunikation des Elektrodengürtels (1) mit einer Auswerteeinheit (10) vorgesehen sind.
- 30 23. Elektrodengürtel nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (82, 83) zur drahtlosen Kommunikation in Baueinheit mit dem Elektrodengürtel (1) verbunden sind.

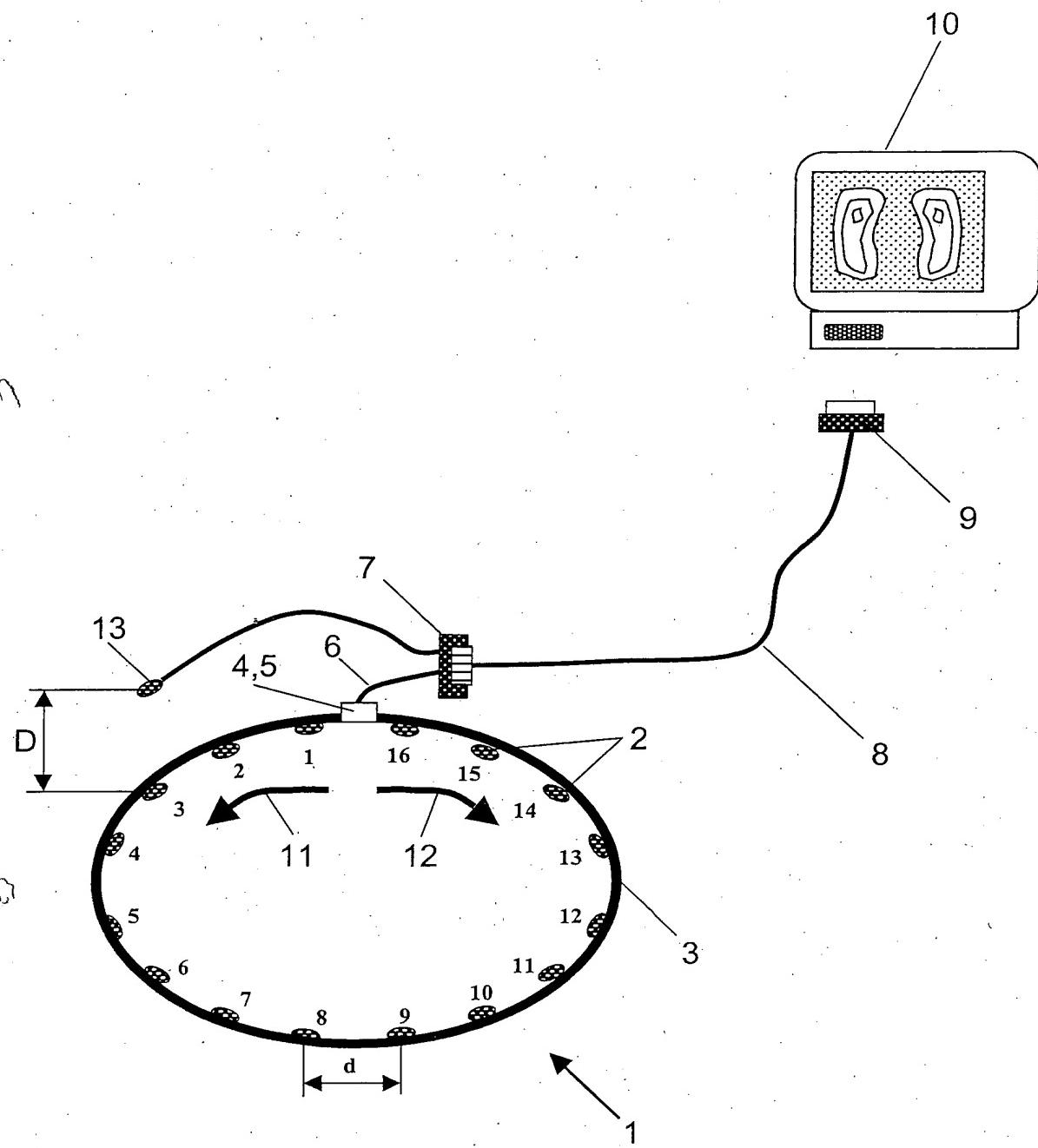


Fig. 1

BEST AVAILABLE COPY

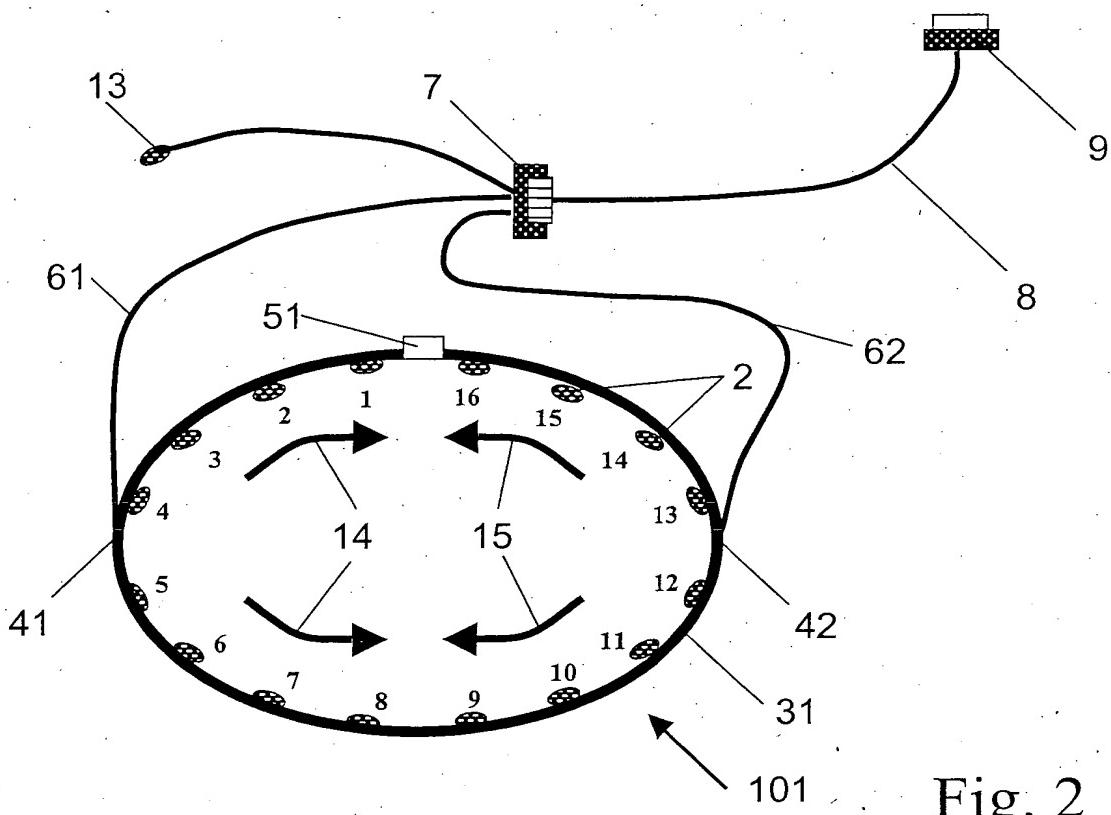


Fig. 2

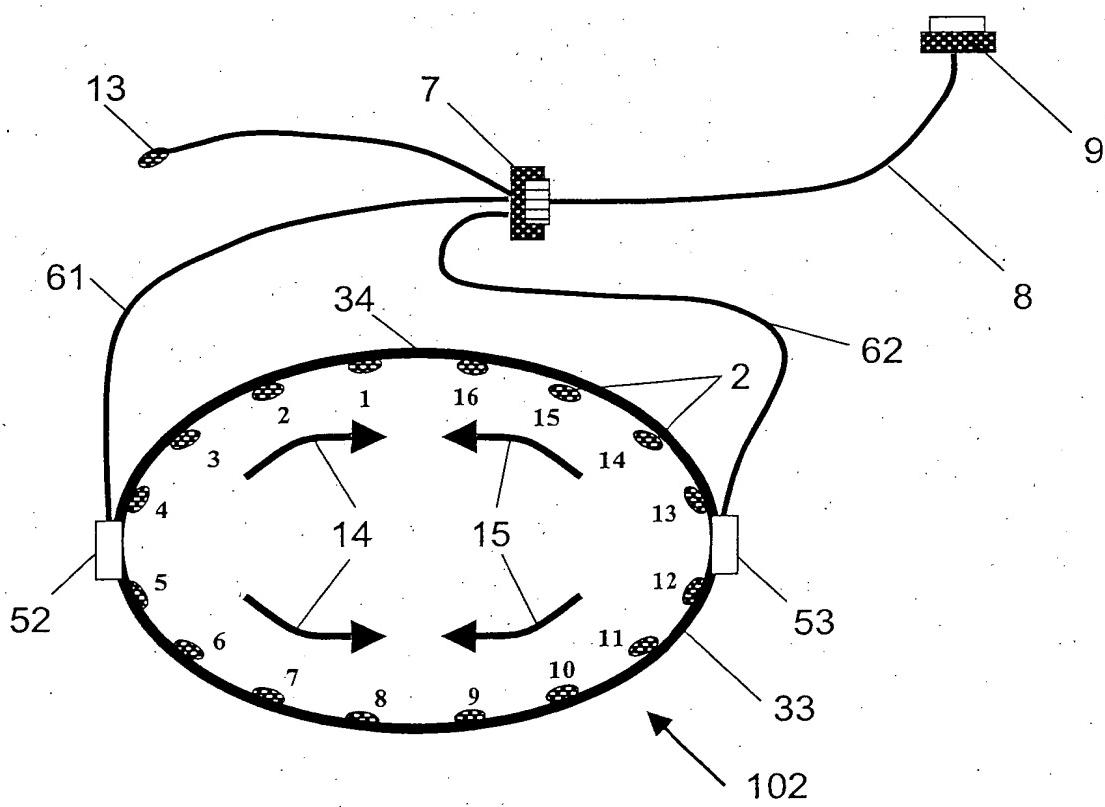


Fig. 3

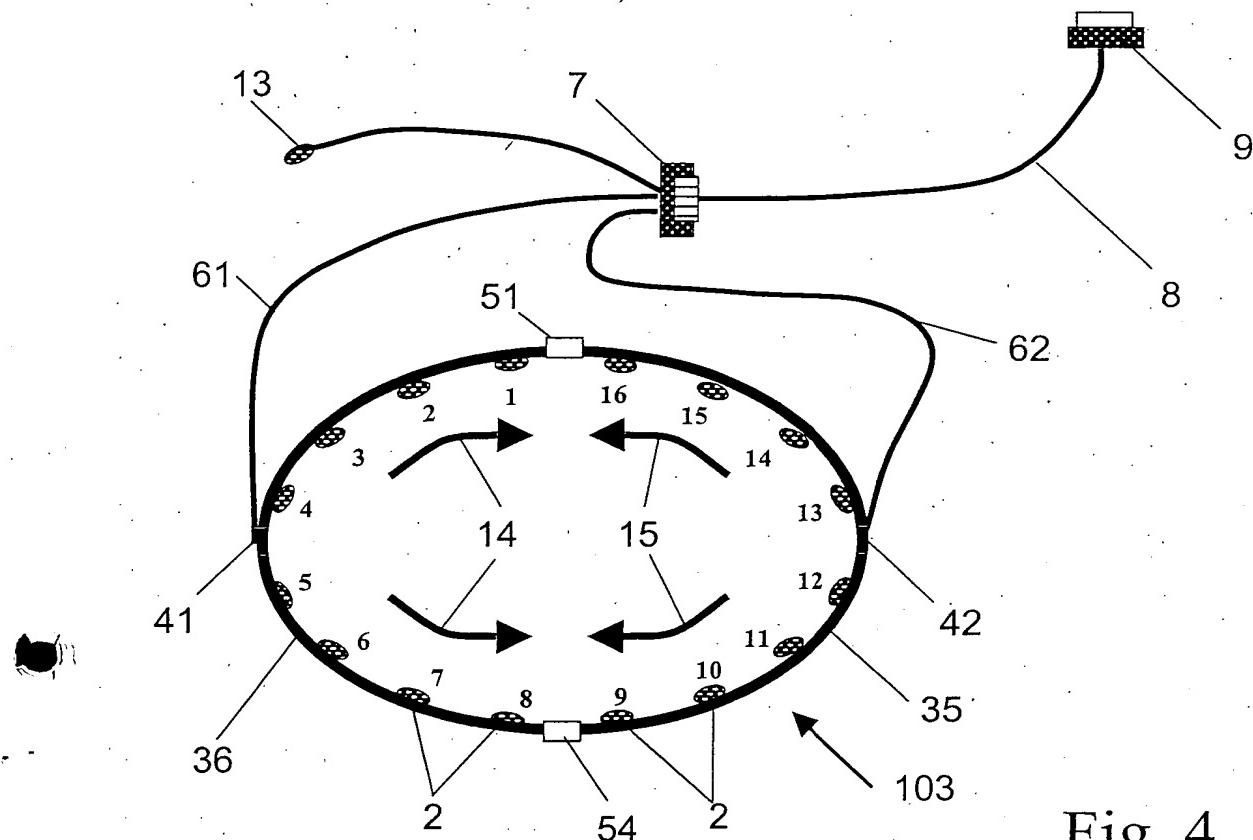


Fig. 4

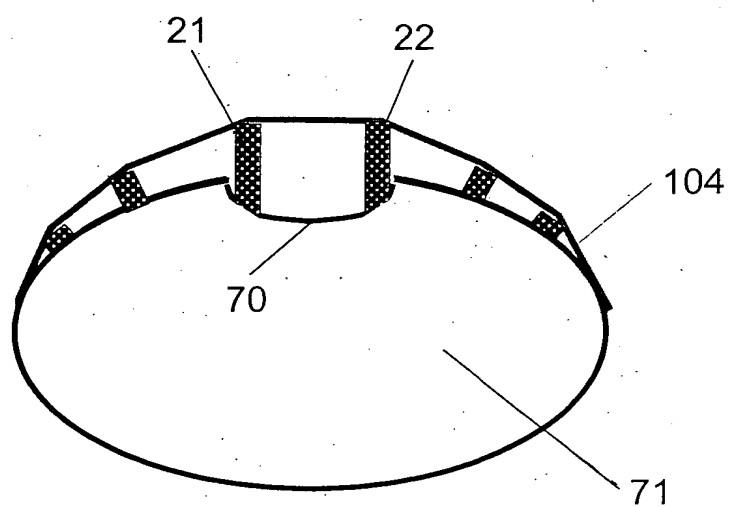


Fig. 5

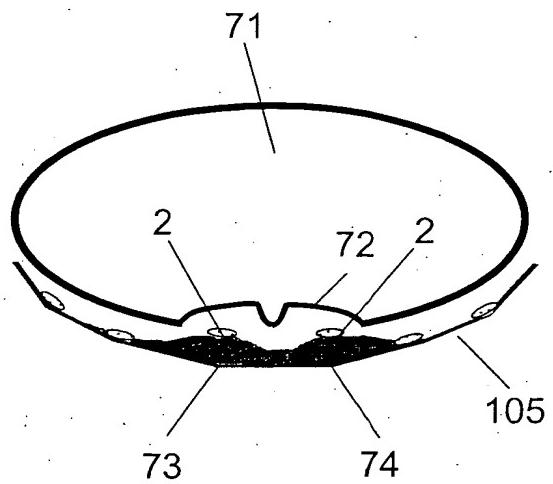


Fig. 6

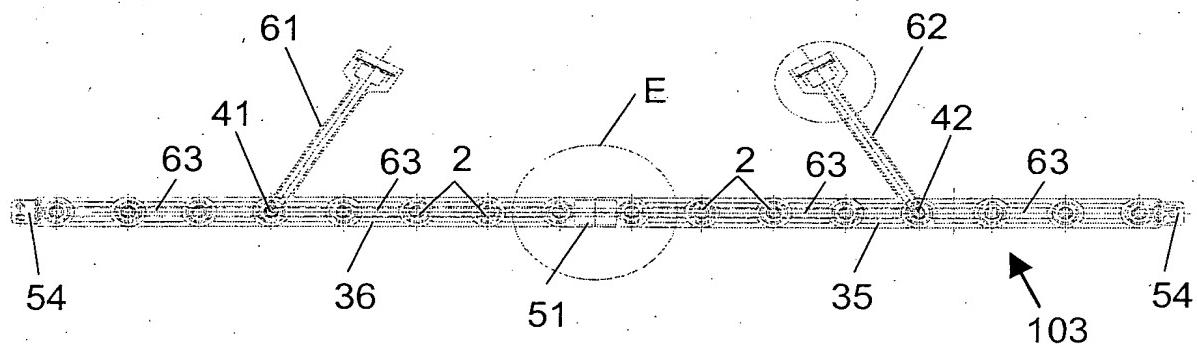


Fig. 7

BEST AVAILABLE COPY

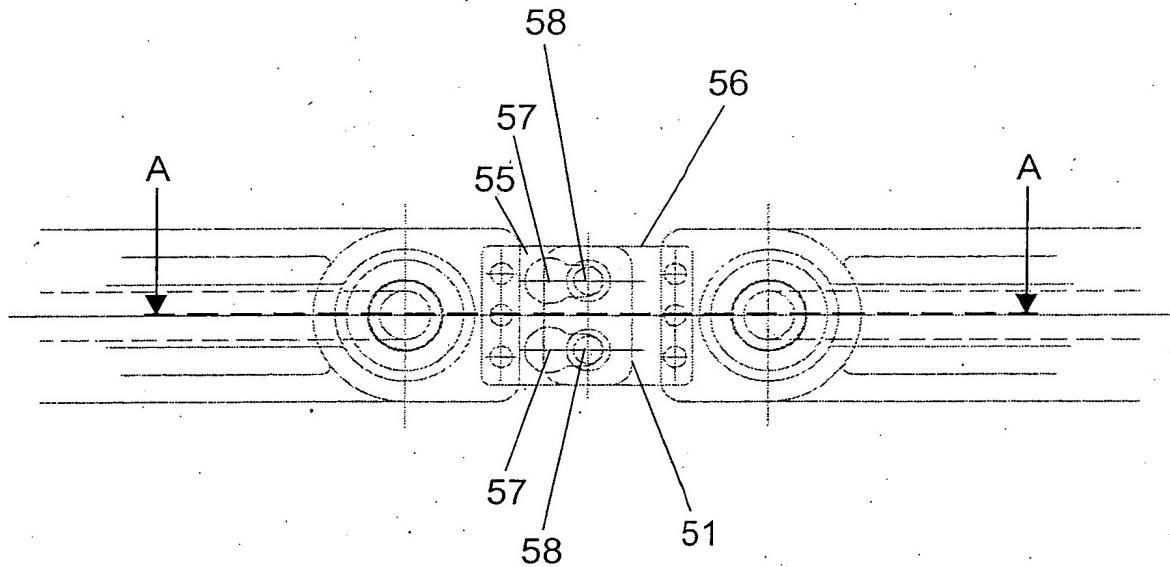


Fig. 8

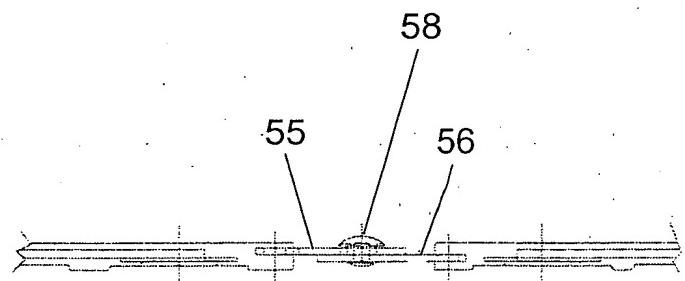


Fig. 9

NOT AVAILABLE IN COPY

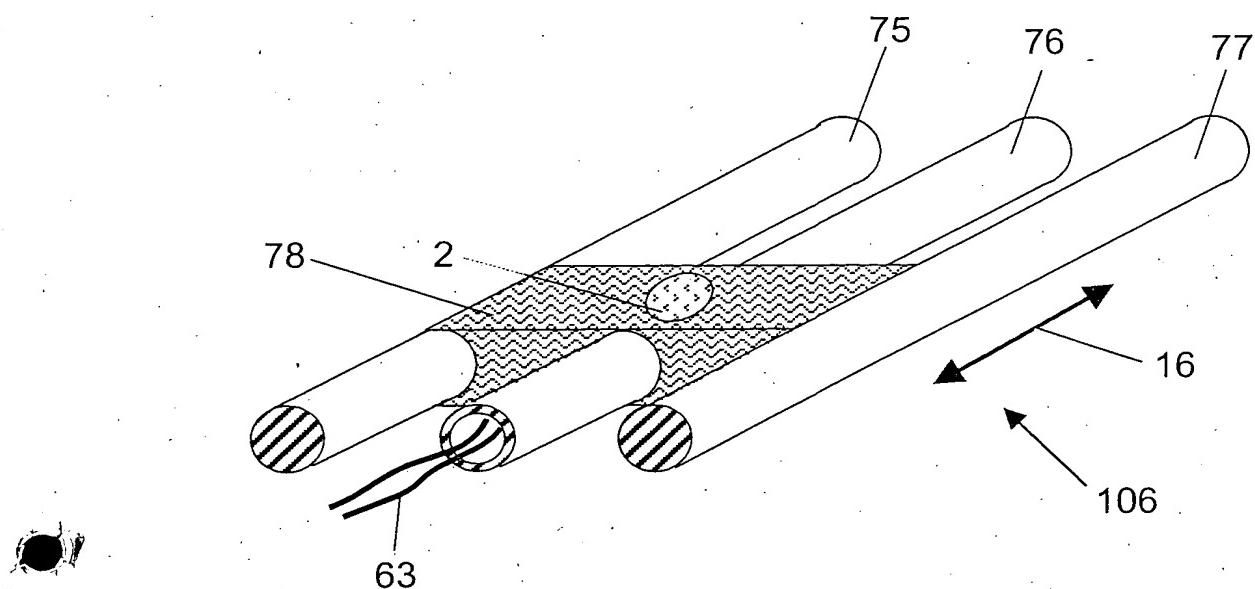


Fig. 10

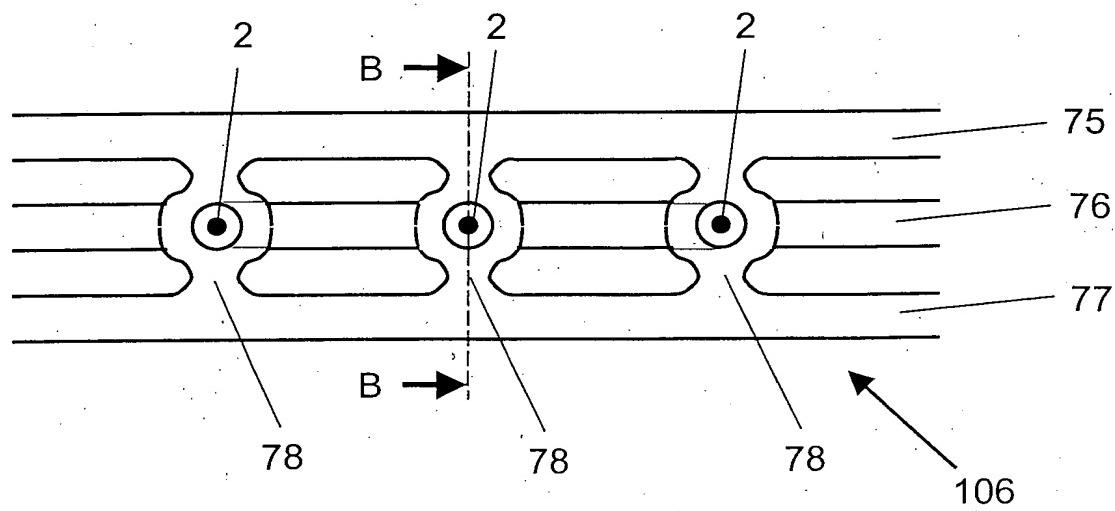


Fig. 11

NOT AVAILABLE COPY

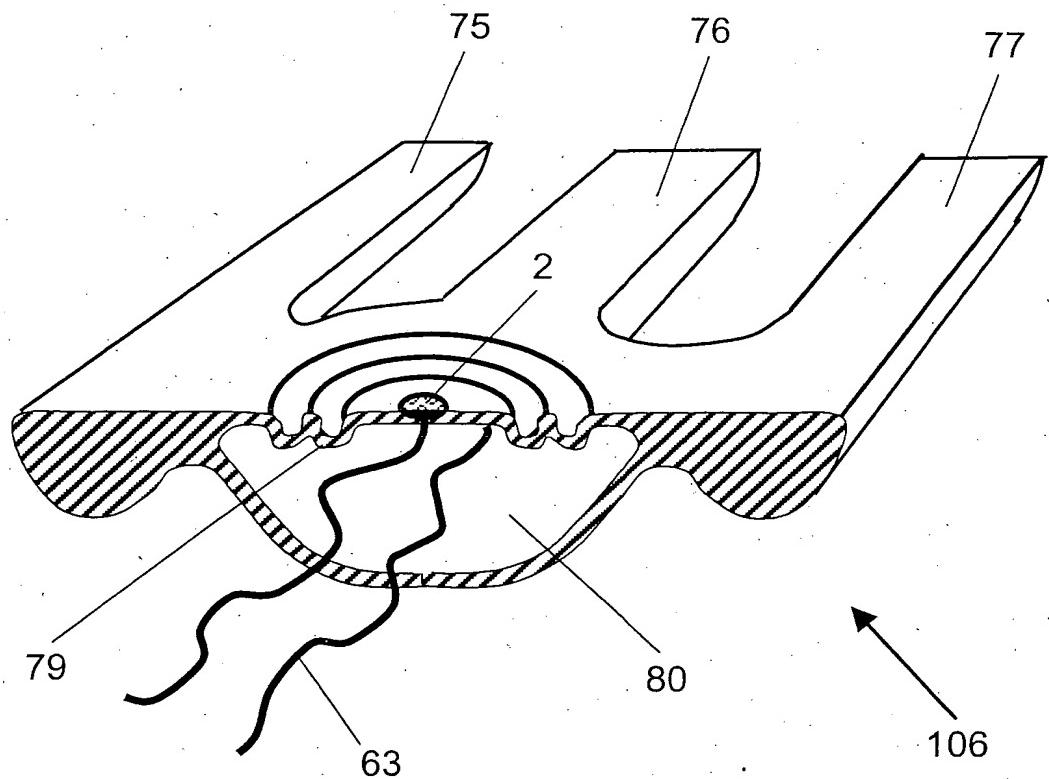


Fig. 12

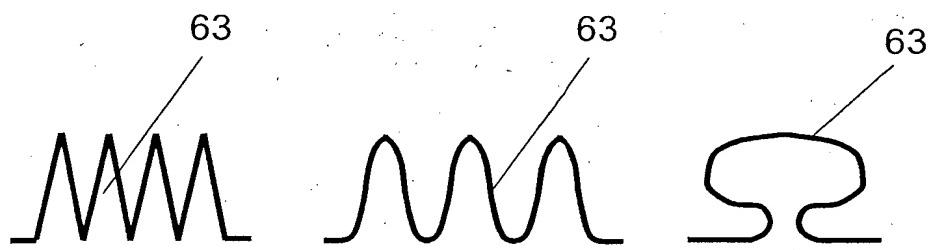


Fig. 13

RIGHT AVAILABLE COPY

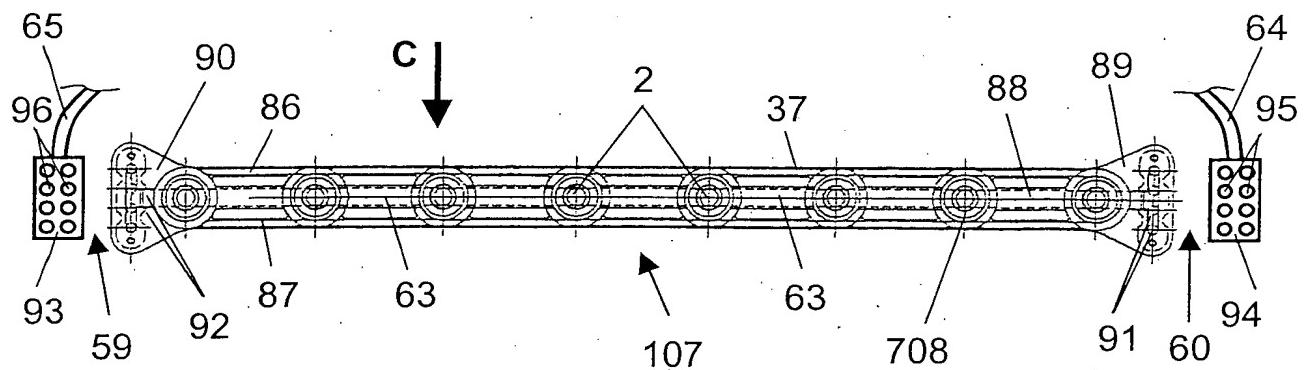


Fig. 14

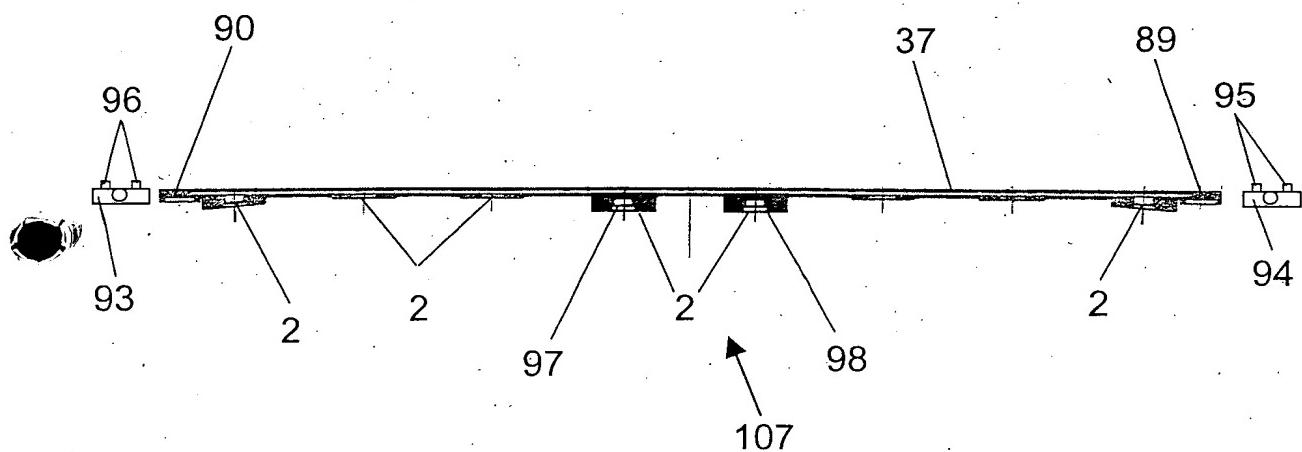


Fig. 15

PRINTED IN U.S.A. 1985

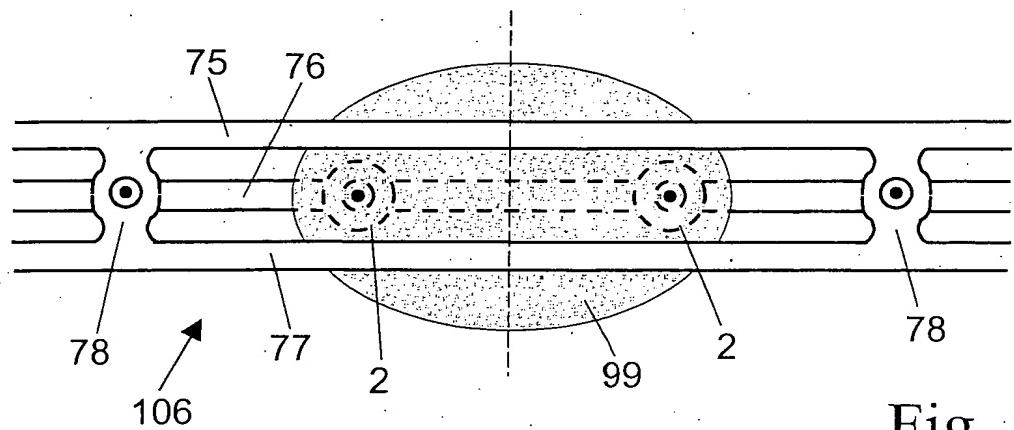


Fig. 16

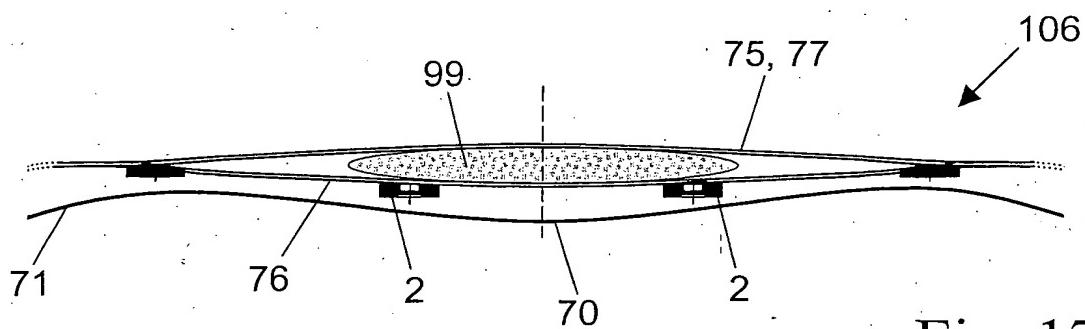


Fig. 17

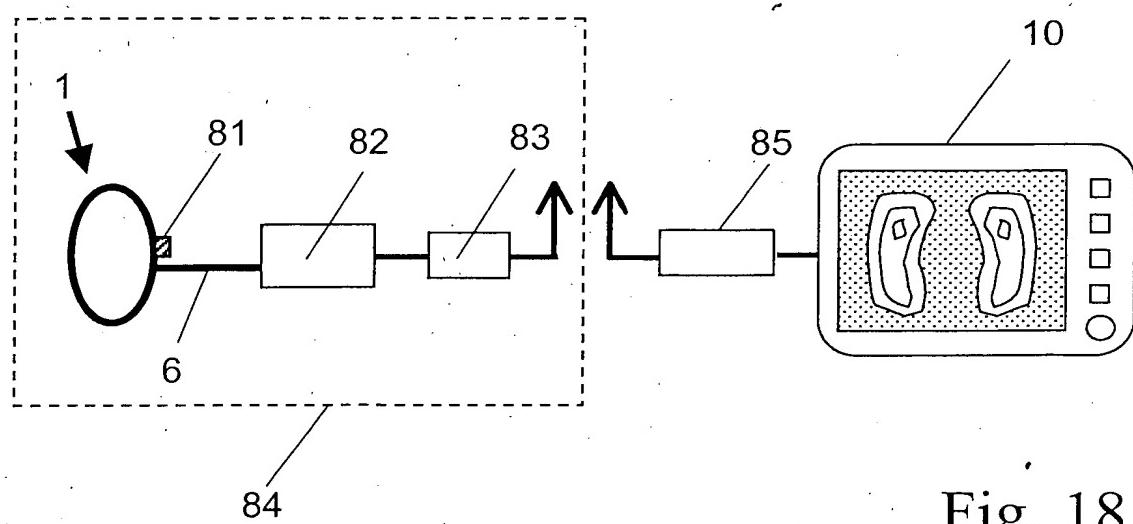


Fig. 18

BEST AVAILABLE COPY

## Zusammenfassung

### Elektrodengürtel

5

Ein Elektrodengürtel für die Impedanztomographie soll derart verbessert werden, dass er einfach aufgebaut ist und eine gute Kontaktierung der Elektroden (2) an den Körper des zu untersuchenden Probanden ermöglicht.

- 10 Der erfindungsgemäß angegebene Elektrodengürtel (1) weist folgende Merkmale auf:

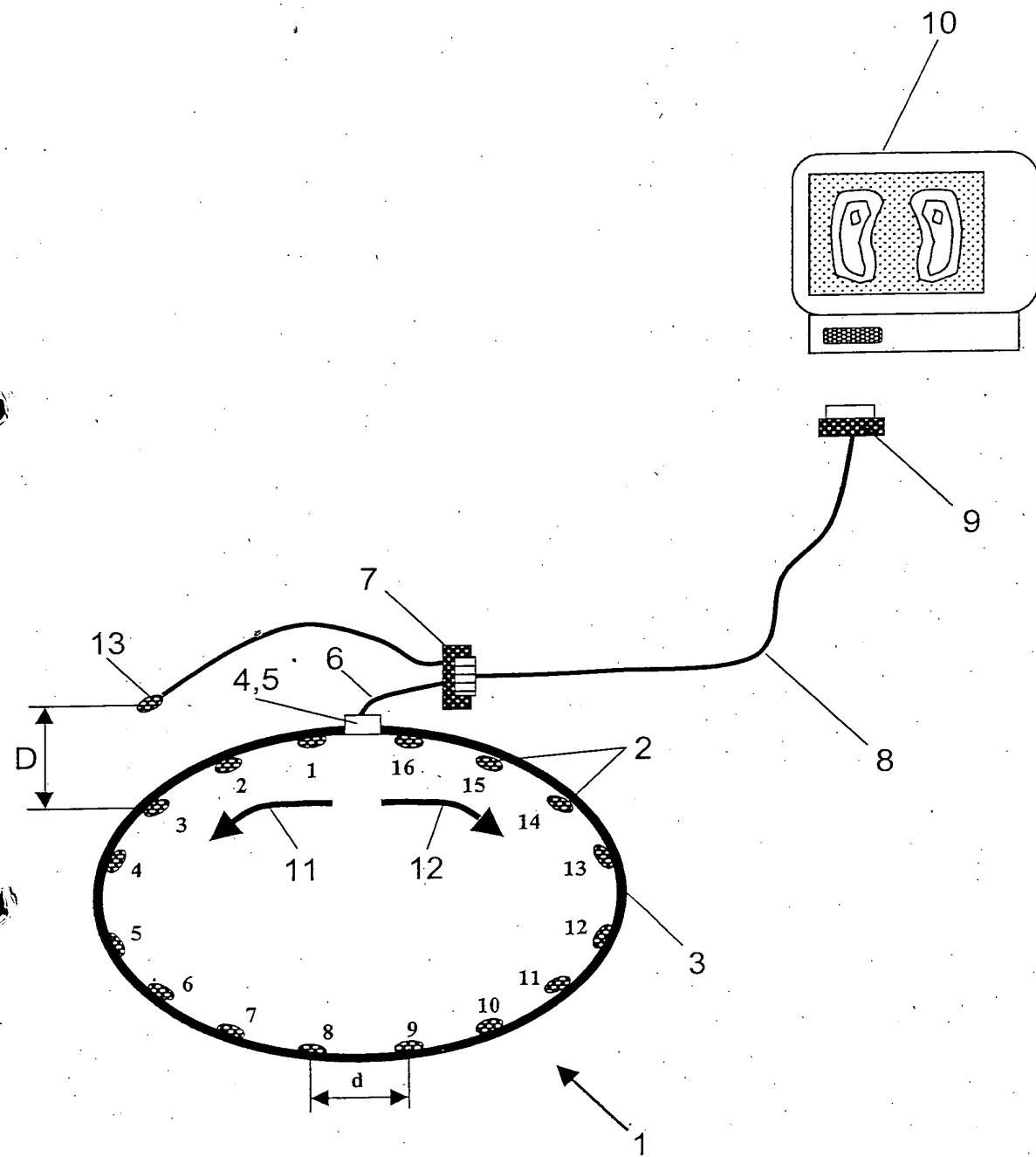
Mindestens 16 Elektroden (2) auf einem zumindest stückweise elastischen Elektrodenträger (3), welcher einen zu messenden Probanden am Körperumfang

- 15 vollständig umschließt,

längs des Elektrodenträgers (3) verlaufende Elektrodenzuleitungen (63), die an zumindestens einer Einspeisestelle (4) am Elektrodenträger (3) mit einer Zuleitung (6) verbunden sind.(Figur 1)

20

Zusammenfassung



BEST AVAILABLE COPY